

Тема 4. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

1. Выбор насосно-силового оборудования для подачи воды в открытые емкости
2. Выбор основного гидромеханического оборудования для подачи воды в закрытые оросительные сети
3. Выбор насосно-силового оборудования осушительных насосных станций
4. Выбор основного гидромеханического оборудования насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения
5. Затворы, задвижки, клапаны

1. Выбор насосно-силового оборудования для подачи воды в открытые емкости

К основному насосно-силовому оборудованию относят главные насосные агрегаты. Число их должно быть увязано с графиком водопотребления.

Расчетная максимальная подача насосной станции $Q_{H.C.max}$ должна быть равна максимальному значению расхода Q_{max} на графике водопотребления, умноженному на коэффициент форсировки K_{Φ} :

$$Q_{H.C.max} = Q_{max} \cdot K_{\Phi}.$$

Коэффициент форсировки (запаса) K_{Φ} учитывает форсированный (увеличенный) расход воды свыше максимального значения, соответствующего графику водопотребления.

$$K_{\Phi} = 1,2 \dots 1,3 \text{ при } Q_{max} \leq 1 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$K_{\Phi} = 1,15 \dots 1,2 \text{ при } Q_{max} = 1 \dots 10 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$K_{\Phi} = 1,1 \dots 1,15 \text{ при } Q_{max} > 10 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$K_{\Phi} = 1,1 \text{ при подаче воды в каналы рисовых оросительных систем.}$$

Опыт проектирования и эксплуатации насосных станций показал, что оптимальное число однотипных основных насосных агрегатов a_n , обеспечивающих максимальную подачу насосной станции $Q_{H.C.max}$ составляет:

$$a_n = 2 \dots 4 \text{ при } Q_{H.C.max} \leq 1 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$a_n = 3 \dots 5 \text{ при } Q_{H.C.max} = 1 \dots 5 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$a_n = 4 \dots 6 \text{ при } Q_{H.C.max} = 5 \dots 30 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$a_n = 5 \dots 9 \text{ при } Q_{H.C.max} > 30 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Если промышленность не выпускает насосы подачей $Q_p \geq \frac{Q_{H.C.max}}{a_n}$,

то значение a_n можно принять больше оптимального.

Если в системе подачи воды потребителю есть регулирующая емкость, обеспечивающая заданный график водопотребления при ступенчатом графике водоподачи насосной станции, то число a_n можно уменьшить по сравнению с оптимальным.

На оросительных насосных станциях III категории надежности подач допускается устанавливать один насосный агрегат (подачей не более 400 л/с, мощностью не более 150 кВт).

Для лучшего покрытия графика водопотребления иногда насосные станции оснащают **разменными насосными агрегатами**, имеющими значительно меньшую расчетную подачу, чем основные.

Разменные насосные агрегаты можно использовать также для заполнения водой напорных трубопроводов перед пуском основных насосных агрегатов.

Целесообразность применения разменных насосных агрегатов, их число и подачу следует обосновывать технико-экономическими расчетами.

Как показала практика, применение разменных насосных агрегатов оказывается эффективным при расчетных подачах основных агрегатов более 1,5 м³/с.

На оросительных насосных станциях I и II категории надежности подач, помимо основных насосных агрегатов, следует устанавливать резервные агрегаты:

1 ед. — при I категории надежности подач и $a_n \leq 4$ или при II категории надежности подач и $a_n \leq 8$;

2 ед. — при I категории надежности подач и $a_n > 4$ или при II категории надежности подач и $a_n > 8$.

На оросительных насосных станциях III категории надежности подач резервный агрегат, как правило, не устанавливают. При

необходимости его можно держать на складе. Перерыв в подаче, связанный с заменой вышедшего из строя насосного агрегата, на таких станциях допустим по условиям надежности.

Число резервных насосных агрегатов можно увеличить по сравнению с приведенными выше рекомендациями в следующих случаях:

- при установке на насосной станции вновь осваиваемых агрегатов или гарантийный срок работы, которых между капитальными ремонтами меньше, чем продолжительность работы в году;
- при эксплуатации насосной станции в тяжелых условиях, влияющих на надежность работы агрегатов (перекачка вод агрессивных или содержащих большое количество абразивных частиц, большое число пусков и остановок и др.);
- при длительности работы каждого основного агрегата более 5500 ч в год.

Если на насосной станции применяют регулируемые насосы, например типа ОП, то число резервных агрегатов можно уменьшить по сравнению с приведенными выше рекомендациями.

Функции резервных агрегатов могут выполнять разменные насосы.

Таким образом, на оросительных насосных станциях со сложным графиком водоподдачи число насосных агрегатов определяется:

$$a_{\Sigma n} = a_n + a_{\text{разм}} + a_{\text{рез}}, \quad (7.20)$$

где $a_{\text{разм}}$ и $a_{\text{рез}}$ — число разменных и резервных насосных агрегатов.

Если число напорных трубопроводов не соответствует числу главных насосных агрегатов (без учета разменных), то для облегчения объединения напорных линий насосов с напорными трубопроводами число насосных агрегатов рекомендуется принимать кратным 2 или 3.

Целесообразность применения того или иного типа и числа главных насосных агрегатов обосновывают технико-экономическими расчетами.

2. Выбор основного гидромеханического оборудования для подачи воды в закрытые оросительные сети

Основные особенности эксплуатации насосных станций, подающих воду в закрытые оросительные сети:

- нет определенного графика водопотребления;
- должны обеспечивать любую подачу воды (от 0 до Q_{max}) в любое время суток;
- подача зависит только от числа включенных в работу дождевальных машин и их гидравлических характеристик;
- подаваемая вода должна быть достаточно чистой;
- автоматическое управление основными технологическими процессами. «Ручного» управления требуют только пуск, первоначальное заполнение оросительной сети водой и полная остановка станции.

Обычно эти насосные станции имеют подачу не более $1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ и обслуживают земельные участки сравнительно малой площади. Одной станцией подавать воду на большие участки экономически невыгодно из-за возрастания гидравлических потерь в оросительной сети или ее стоимости при увеличении диаметров трубопроводов.

Насосные станции, подающие воду в закрытые оросительные системы, оснащают бустерными и основными насосными агрегатами.

Бустерные насосные агрегаты используют для первоначального заполнения оросительной сети водой и компенсации ее утечек через неплотности различных соединений и арматуру в межполивной период. Иногда их включают и во время полива для обеспечения более экономичной работы насосной станции.

Основные насосные агрегаты работают только во время полива. Они включаются в сеть «на обратный клапан».

*****Обратными клапанами** оснащены напорные трубопроводы после каждого насоса, в том числе и бустерного.

Следующая за обратным клапаном задвижка при этом открыта. Ее закрывают только при ремонте или консервации насосной станции на

зиму, а также при первоначальном заполнении (бустерными насосами) оросительной сети водой.

Водозаборные сооружения насосной станции оборудуют **фильтрующими устройствами**, предотвращающими попадание в оросительную сеть взвешенных частиц диаметрами более 0,5 мм при поливе дождевальными машинами «Фрегат» и более 2 мм при поливе дождевальными машинами «Волжанка» и «Днепр».

Для восполнения утечек воды из оросительной сети при отключенных дождевальных машинах, поддержания в ней необходимого давления, сглаживания колебаний давлений в напорных трубопроводах при переходных режимах, обеспечения надлежащей работы автоматических систем в непосредственной близости от здания насосной станции устанавливают **водовоздушные баки** (обычно один-два) вместимостью 6...10 м³.

Баки оснащают предохранительными клапанами, мерным стеклом, датчиками уровня, манометрами.

Число баков определяют специальным расчетом.

Нижнюю часть баков (примерно 60...70% вместимости) заполняют водой, а верхнюю — сжатым воздухом, подаваемым автоматически включающимся и выключающимся компрессором. Уровень воды в баках изменяется в заранее заданных пределах.

Конструктивная и технологическая схемы насосной станции, подающей воду по двум магистральным напорным трубопроводам в две орошаемые зоны, приведены на рисунках 7.15 и 7.16. Каждую зону обслуживают три основных насоса. Всасывающие линии выполнены в виде приподнятых трубопроводов, что обеспечивает постоянную готовность насосов к пуску без использования вакуумных систем. Индукционные расходомеры 19 (см рис. 7.16) регистрируют расходы поданной в оросительную сет, воды и посылают электрические сигналы в систему автоматики насосной станции при изменении водопотребления.

Порядок работы насосной станции (см. рис. 7.16):

1) при открытых задвижках 1, 3, 8, 9 и закрытых задвижках 2, 4, 5, 6, 10 вспомогательные самовсасывающие насосы подают воду во всасывающие трубопроводы основных и бустерных насосных агрегатов;

2) при закрытых задвижках 11 и открытых (для выпуска воздуха из трубопроводов) гидрантах в наиболее высоких местах бустерные

насосы заполняют водой закрытую оросительную сеть, затем гидранты закрывают;

3) когда давление в оросительной сети поднимется до расчетного, задвижки 11 открывают и заполняют до расчетного уровня водовоздушные баки 16. Затем задвижки 11 закрывают, а в верхние части баков 16 (не заполненные водой) компрессором нагнетают сжатый воздух до тех пор, пока давление в них не станет расчетным, после чего задвижки 11 вновь открывают и отключают бустерные насосы;

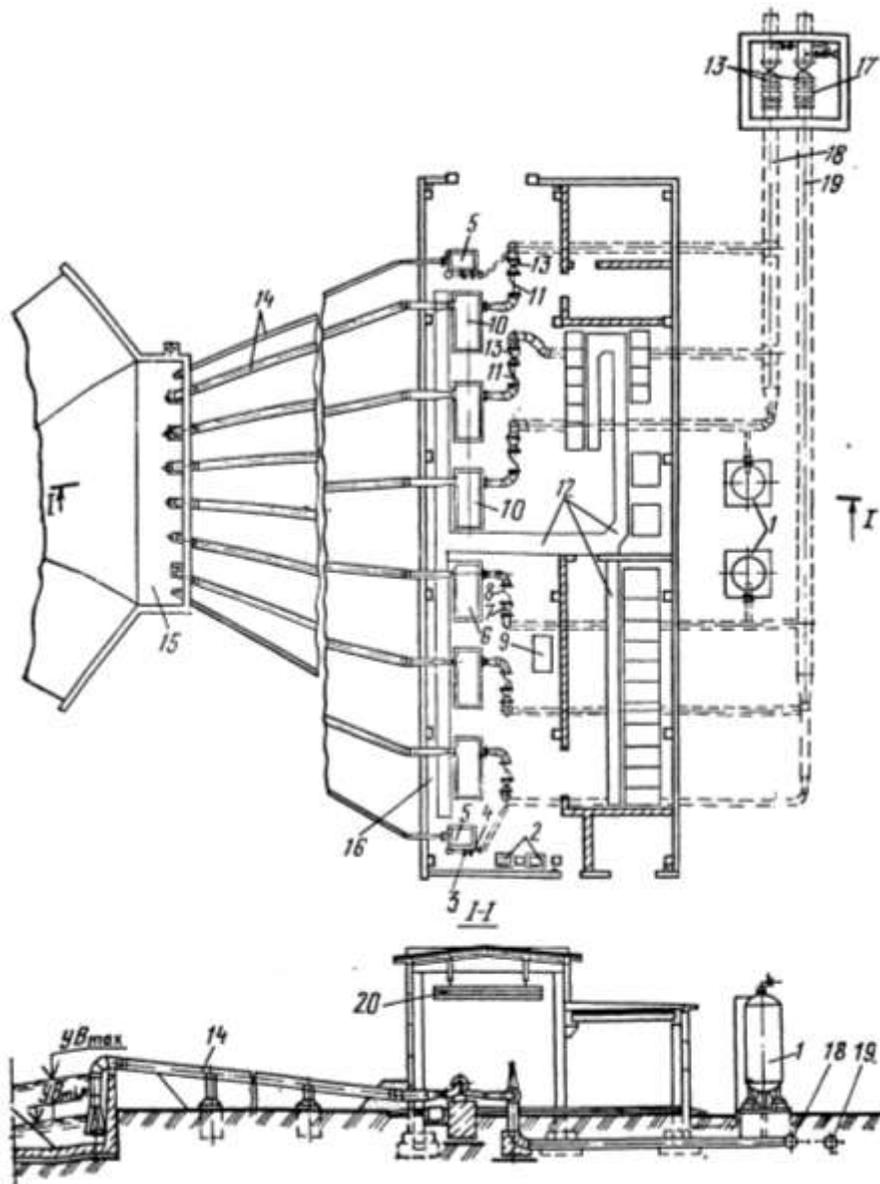
4) открывают задвижки 2, 4, 5, 6, 10 и закрывают задвижки 1, 8, 9. Включают автоматическую систему управления. Насосная станция и оросительная сеть готовы к поливу. Утечки воды из сети по команде датчиков уровня, расположенных в водовоздушном баке, периодически восполняют бустерным насосом;

5) при включении первой дождевальной машины давление в оросительной сети начинает падать, так как два бустерных насоса не могут восполнить расход воды, поданный на полив. Датчик давления дает команду на включение первого основного насосного агрегата и выключение бустерных;

6) при увеличении числа работающих дождевальных машин команды на включение последующих основных насосных агрегатов поступают от индукционного расходомера 19. От него же идут команды на выключение насосных агрегатов, если число работающих дождевальных машин уменьшается;

7) останавливают насосную станцию в обратном (включению) порядке. Всасывающие трубопроводы опорожняют через задвижки 7.

В некоторых насосных станциях команды на включение и выключение основных насосных агрегатов при изменении водопотребления поступают от датчиков тока, реагирующих на изменение потребляемой насосной станцией электрической мощности, а при крутых характеристиках насосов $H=f(Q)$ — от датчиков давления.



- 1 — водовоздушный бак;
- 2 — насосы дренажные самовсасывающие;
- 3, 8, 11 — обратные клапаны;
- 4 — запорный вентиль;
- 5 — насосы бустерные;
- 6 — насосы основные центробежные (вторая зона);
- 7, 13 — задвижки;
- 9 — компрессор;
- 10 — насосы основные центробежные (первая зона);
- 12 — кабельные каналы;
- 14 — приподнятые всасывающие трубы насосов;
- 15 — водозаборное сооружение;
- 16 — здание насосной станции;
- 17 — индукционные расходомеры;
- 18, 19 — трубопроводы первой и второй зоны;
- 20 — подвесной электрический кран

Рис. 7.15. Конструктивная схема насосной станции, подающей воду в закрытую оросительную сеть:

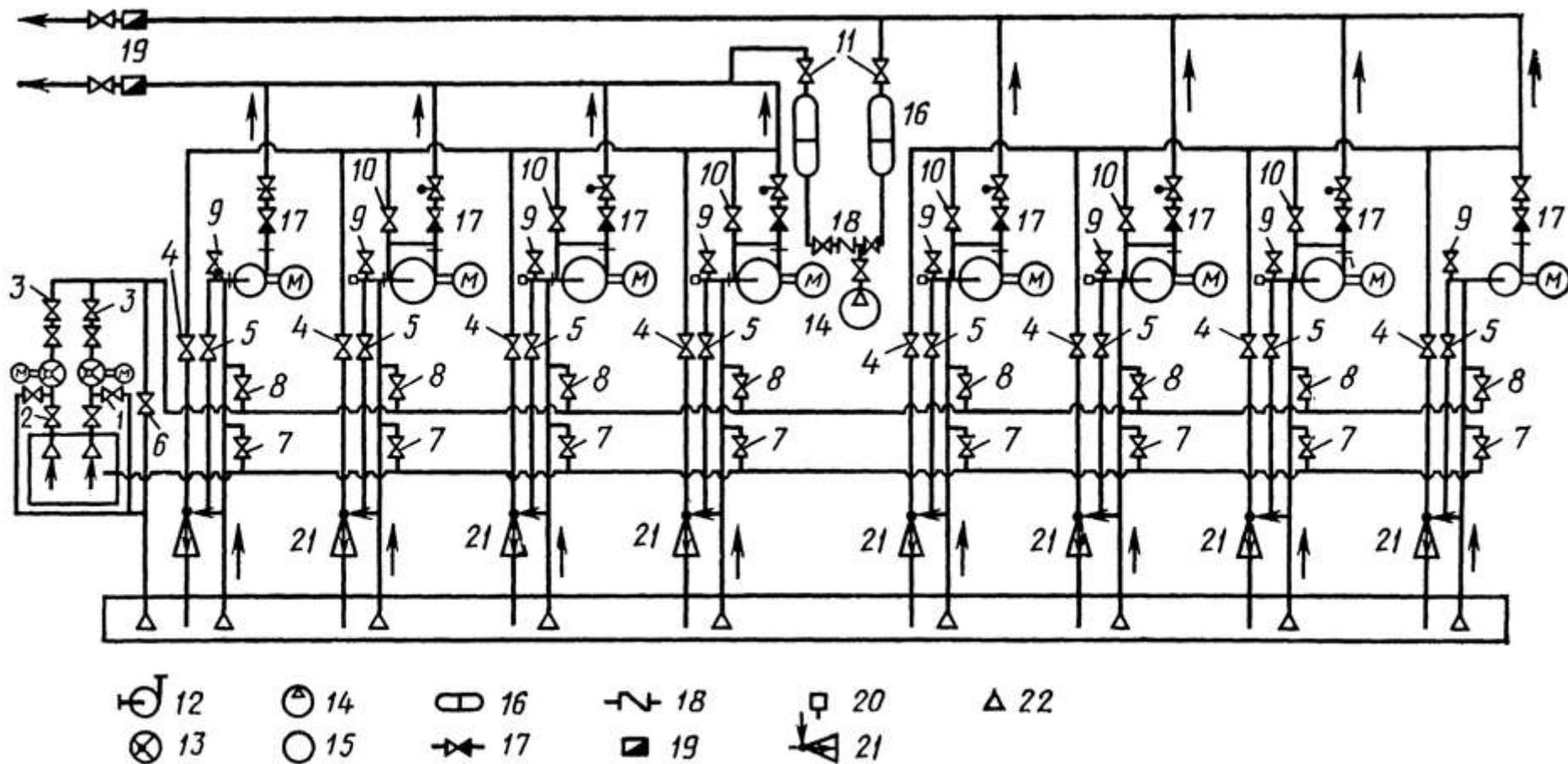


Рис. 7.16. Технологическая схема насосной станции, подающей воду в закрытую оросительную сеть:

1...11 — задвижки; 12, 13 — насосы центробежный и для дренажа и залива всасывающих трубопроводов; 14 — компрессор; 15 — электродвигатель; 16 — водовоздушный бак; 17, 18 — обратный и редукционный клапаны; 19 — индукционный расходомер; 20 — реле контроля залива; 21 — гидроэлеватор; 22 — водозабор

Гидроэлеватор это устройство эжекторного типа предназначен для забора воды из открытых источников, расположенных ниже уровня насосов.

Номенклатуру и число насосов для насосных станций, подающих воду в закрытые оросительные сети, определяют в результате технико-экономических расчетов, сравнивая различные варианты. При выборе типа и числа насосов следует использовать типовые технические проекты насосных станций, проверенные на практике.

Насосные станции, обслуживающие одну или две дождевальные машины, могут иметь всего один основной насосный агрегат, а обслуживающие несколько севооборотных участков — 3-5 и два бустерных. Резервные насосные агрегаты на таких станциях устанавливают только в особых случаях. Обычно их держат на складе. При использовании широкозахватных перемещающихся дождевальных машин насосных агрегатов часто требуется меньше, чем при использовании дождевальных машин позиционного действия.

С целью экономного расходования электроэнергии насосные станции иногда целесообразно оснащать разменными насосами подачи, составляющей 20...30% подачи основных насосов. Функции разменных могут выполнять и бустерные насосы.

Расчетные напоры насосов вычисляют для их максимальных подач:

$$Q_{P.\max} = \frac{Q_{H.C.\max}}{a_n}$$

Для определения напоров используют следующую формулу:

$$H_{P.\min} = H_{Г.\max} + h_l + h_M + H_{Д.М} \quad (7.21)$$

где $H_{Г.\max}$ — максимальная геодезическая высота подъема воды из источника к гидранту, имеющему наименьший свободный напор в период эксплуатации насосной станции, м;

h_l и h_M — потери напора по длине трубопровода и в местных сопротивлениях на участке от источника до того же гидранта при максимальной подаче насосной станции $Q_{H.C.\max}$, м;

$H_{Д.М}$ — допустимый свободный напор воды в том же гидранте, необходимый для нормального функционирования дождевальной машины, м.

Насосная станция должна создавать минимально допустимый свободный напор на любом гидранте закрытой оросительной сети при

самом неблагоприятном сочетании работающих дождевальных машин. Значение минимально допустимого свободного напора воды на гидранте зависит от типа применяемых дождевальных машин. Чаще всего наименьшее значение свободного напора воды в период эксплуатации насосной станции имеет гидрант, расположенный на самом дальнем от нее участке закрытой оросительной сети.

По значениям $H_{P.\min}$ и $Q_{P.\max}$ и сводным характеристикам $H=f(Q)$ выбирают типы и марки насосов, которые можно использовать в насосной станции с заданной максимальной подачей $Q_{H.C.\max}$.

Расчетные напоры бустерных насосов чаще всего близки по значению к расчетным напорам основных либо меньше их.

Суммарная расчетная максимальная подача двух параллельно подключенных бустерных насосов должна быть больше возможных утечек воды из сети $Q_{УТ}$ при отключении всех дождевальных машин.

Рекомендуется принимать $Q_{УТ}$ до $0,03Q_{H.C.\max}$ при стальных трубопроводах и до $0,1Q_{H.C.\max}$ при асбестоцементных.

Если бустерные насосы используют в качестве разменных, то их суммарная подача должна существенно превышать значение $Q_{УТ}$.

Значения $Q_{УТ}$ выбирают с учетом опыта эксплуатации закрытых оросительных сетей.

3. Выбор насосно-силового оборудования осушительных насосных станций

Осушительные насосные станции могут перекачивать как поверхностный сток (паводковые и ливневые воды), так и грунтовый сток (см. § 4 главы 6).

Вода к насосным станциям, перекачивающим грунтовый сток, поступает по закрытым коллекторам. Максимальные подачи этих насосных станции обычно существенно меньше, чем насосных станций, перекачивающих поверхностный сток.

Осушительные насосные станции часто оснащают устройствами, позволяющими сбрасывать воду (самотеком) с осушаемой территории в водоприемник, уровень воды в котором ниже уровня воды на осушаемой территории.

Для определения требуемых подач и напоров насосов необходимо установить связь режима стока воды на осушаемую территорию с режимом работы насосной станции.

Обеспеченность стока воды p (%) и продолжительность стока $\tau = 100/p$ (лет) выбирают с учетом класса гидротехнического сооружения и требуемой степени надежности водоотвода.

Далее строят:

- суммарные кривые сбросных расходов воды при различных предварительно задаваемых максимальных подачах насосной станции $Q'_{н.с.}$, $Q''_{н.с.}$, $Q'''_{н.с.}$ (рис. 7.17);
- интегральные кривые объемов воды, не удаленной с осушаемой территории, в зависимости от времени T (рис. 7.18).

По известным топографии местности и профилям каналов вычерчивают:

- кривые площади затопления $F_{зат}$;
- длительности затопления местности t ;
- отметок уровней воды $\nabla_{УВ}$ на осушаемом участке в зависимости от подачи насосной станции $Q_{н.с.}$ (рис. 7.19).

Аналогичные кривые строят и для других значений « p ». Они служат основанием для технико-экономических расчетов насосных станций, выполняемых с учетом последствий возможного затопления территории при их отключении на тот или иной период времени.

В результате этих расчетов определяют оптимальное значение подачи насосной станции $Q_{н.с.маx}$.

Расчетный напор $H_{н.с.р.}$ насосной станции находят по графикам колебаний уровней воды в водоприемнике и на осушаемой территории при оптимальной подаче насосной станции $Q_{н.с.маx}$.

Расчитанные подачи и напоры насосной станции приводят в соответствие с установленным в ней насосным оборудованием и графиком его работы.

График работы насосной станции увязывают с параметрами подводящего водовода (открытого или закрытого).

Открытый водовод — канал может выполнять функции магистрального канала осушительной системы. Непосредственно перед насосной станцией его сопрягают с аванкамерой или регулирующей

емкостью. Вода в аванкамеру или регулируемую емкость может поступать и непосредственно из закрытых коллекторов.

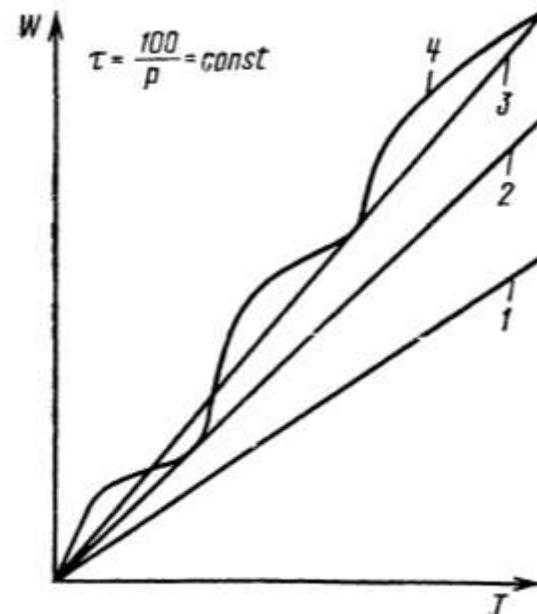


Рис. 7.17. Суммарные кривые (1, 2, 3) сбросных расходов при различных подачах насосной станции и интегральная кривая стока (4)

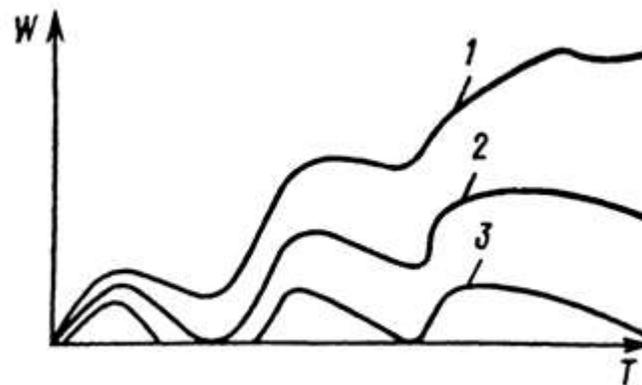


Рис. 7.18. Интегральные кривые объемов воды, оставшейся на осушаемой территории:
1, 2, 3 — подача насосной станции соответственно $Q'_{н.с.}$, $Q''_{н.с.}$, $Q'''_{н.с.}$

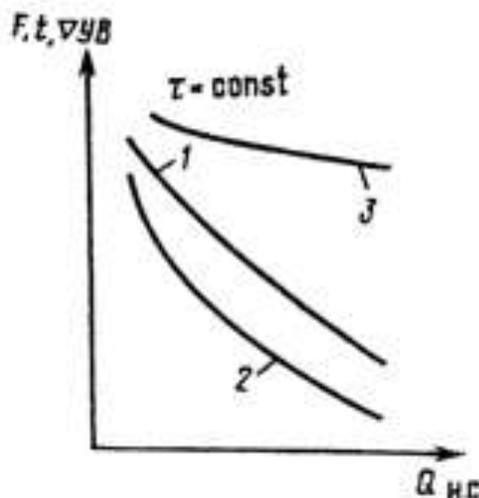


Рис. 7.19. Кривые площади (1), длительности (2) и отметок (3) уровней воды на осушаемом участке в зависимости от подачи насосной станции

При выборе типа и числа насосов для осушительных насосных станций учитывают следующие требования:

- должно быть обеспечено наиболее полное покрытие графика перекачки;
- насосы должны работать с наиболее высокими КПД;
- число основных насосов должно быть минимальным;
- при включении или отключении насосов, вызывающих изменения уровней воды в подводящих водоводах, не должны разрушаться откосы каналов и регулирующих емкостей.

На осушительных насосных станциях рекомендуется устанавливать не менее двух основных насосных агрегатов. Насосные станции, имеющие малые подачи и достаточные регулирующие емкости или перекачивающие талые или ливневые воды, можно оснащать двумя однотипными насосными агрегатами.

Не менее трех однотипных насосных агрегатов следует предусматривать на малых и средних и не менее четырех на крупных насосных станциях, перекачивающих дренажный сток и имеющих отношение максимальной подачи к минимальной более 7 и регулирующие емкости. При отсутствии регулирующих емкостей осушительные насосные станции рекомендуется оборудовать тремя или

четырьмя разнотипными насосными агрегатами с соотношением подач 1:1:2 и 1:2:2 или 1:1:2:2 и 1:1:3:3.

Резервные насосные агрегаты не устанавливают на осушительных насосных станциях только в тех случаях, когда все основные агрегаты одновременно работают с максимальной подачей не более 10 сут и нет опасности катастрофического затопления населенных пунктов или ценных сельскохозяйственных угодий в случае выхода из строя одного из них.

4. Выбор основного гидромеханического оборудования насосных станций сельскохозяйственного водоснабжения

Насосные станции сельскохозяйственного водоснабжения подразделяют (см. § 5 главы 6) на станции I подъема (подают воду из источника к очистным сооружениям) и II (забирают воду из резервуара чистой воды и подают в разводящую водопроводную сеть) подъема.

Подача насосной станции I подъема должна соответствовать суточному потреблению воды из водопроводной сети плюс расход воды на собственные нужды (в основном для промывки фильтров очистных сооружений) и быть равномерной, чтобы обеспечивалась высокая эффективность работы очистных сооружений. Работают эти станции часто 22...24 ч в сутки. Такой режим работы станции при сложном графике суточного водопотребления возможен благодаря наличию регулирующей емкости — резервуара чистой воды.

Системы водоснабжения обычно проектируют с учетом перспективы дальнейшего повышения водопотребления и строят поэтапно. Если на первом этапе строительства насосную станцию предусматривают оснастить двумя одинаковыми насосами (основным и резервным), то подача каждого из них

$$Q_p = \frac{Q_{\text{сут}} + Q_{\text{с.н.}}}{T}$$

где $Q_{\text{сут}}$ — водопотребление из водопроводной сети в течение суток, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$Q_{\text{с.н.}}$ — расход воды на собственные нужды, $\text{м}^3/\text{ч}$;

T — время работы насосной станции в течение суток, ч.

В здании насосной станции обязательно оставляют место для второго основного насоса, который в случае необходимости установят на втором этапе строительства системы водоснабжения. Может быть и другое решение.

На первом этапе строительства предусматривают установку трех насосов подачи Q_p (один из них — резервный), а на втором — два таких насоса.

Целесообразность выбранного решения обосновывают технико-экономическими расчетами, сравнивая различные варианты.

Расчетный напор насосов насосных станций I подъема:

$$H_p = H_{г.ср} + h_w$$

где $H_{г.ср}$ —средневзвешенная геодезическая высота подъема воды (расстояние между уровнями воды в источнике и изливной камере очистных сооружений), м;

h_w —потери напора во всасывающих и напорных коммуникациях, м.

Для насосных станций I подъема, подающих воду непосредственно в водонапорную башню (откуда она поступает в водопроводную сеть), и II подъема **число и подачи насосов** подбирают в зависимости от суточного графика потребления воды.

Режим работы таких станций может быть равномерным и неравномерным.

При равномерном режиме насосная станция подает объем воды, соответствующий суточному потреблению, без перерыва, а **при неравномерном** — тот же объем воды с перерывами в работе.

Рассмотрим суточные графики водопотребления и водоподачи насосной станции II подъема, изображенные на рисунке 7.20. На станции установлен один основной насос.

Чтобы выполнить суточный график водопотребления, насос должен работать непрерывно в период от 6 до 20 ч, то есть 14 часов в сутки. Расчеты показывают, что часовая подача его $Q_p = (7,17\%)Q_{сут}$.

В период от 20 до 6 ч вода поступает к потребителям только из регулирующей емкости водонапорной башни при неработающем насосе, а в период от II до 13 ч — и из водонапорной башни, и от работающего насоса. Все остальное рабочее время насос наполняет резервуар водонапорной башни.

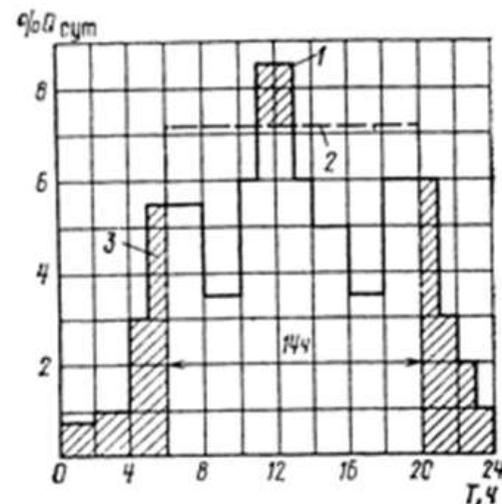


Рис. 7.20. Суточные графики водопотребления (1) и водоподачи (2) насосной станции:
3 — расход воды из резервуара

Необходимый объем резервуара можно определить по интегральным кривым потребления (рис. 7.21, а) в процентах от суточного расхода (линия OE) и объема воды (линия OD), поданной насосной станцией II подъема в водонапорную башню. Объем воды, содержащейся в резервуаре, соответствует разности ординат двух кривых, показанных на рисунке 7.21,а,б. Причем максимальный объем воды, поступающей в резервуар, равен его объему и в данном случае 25% $Q_{сут}$.

Объем резервуара можно уменьшить, если насосная станция будет работать в неравномерном режиме. Так, при отключении насоса в период с 16 до 19 ч и включении в период с 19 до 23 ч необходимый объем резервуара воды будет составлять 14% $Q_{сут}$ (см. рис. 7.21).

Объем резервуара водонапорной башни уменьшается также при установке на насосной станции II подъема большего числа насосов с меньшей расчетной подачей Q_p .

Включая в работу то или иное число насосов, линию OD можно максимально приблизить к линии OE (см. рис. 7.21). Более того, при определенном числе насосов, создающих в любой точке водопроводной сети требуемый свободный напор воды, от водонапорной башни можно

отказаться совсем. Тогда насосы будут подавать воду непосредственно в водопроводную сеть.

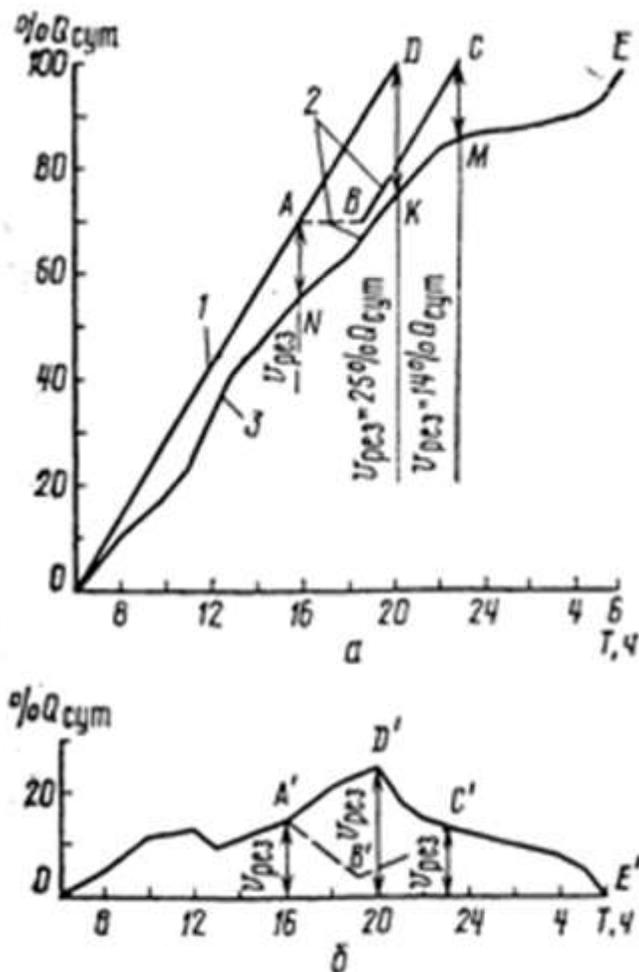


Рис. 7.21. Интегральные кривые для определения подачи насосной станции (а) и объема резервуара водонапорной башни (б):

1, 2 — при работе насосов равномерной и с перерывом;
 3 — кривая расходов воды

В рассмотренных случаях расчетная подача насоса (насосной станции):

$$Q_p = \frac{Q_{сут}}{T_1}$$

где T_1 — суммарное время работы насоса в течение суток, ч.

Выбор того или иного числа насосных агрегатов и объема регулирующей емкости должен быть обоснован технико-экономическими расчетами.

На насосных станциях II подъема, подающих воду в водонапорную башню, чаще всего устанавливают один основной насос. При относительно малой подаче насосной станции наибольший эффект дает равномерный режим ее работы в течение некоторого промежутка времени суток при емкости резервуара водонапорной башни $12...20\% Q_{сут}$, а при относительно большой подаче — неравномерный, позволяющий уменьшить объем резервуара до $3...7\% Q_{сут}$.

Расчетный напор H_p насосов насосной станции II подъема определяют так же, как и расчетный напор насосов насосной станции I подъема. При этом геодезической высотой подъема считают разность отметок уровней воды в резервуарах водонапорной башни и чистой воды.

Насосные станции сельскохозяйственного водоснабжения должны быть оснащены резервными насосными агрегатами.

Количество резервных насосных агрегатов обычно выбирают из следующих соображений:

- 1 ед. — на насосных станциях II категории надежности подач при числе основных агрегатов $a_n \leq 3$ и III категории надежности при $a_n \leq 6$;
- 2 ед. — на насосных станциях I категории надежности при $a_n \leq 6$ и II категории надежности при $a_n = 4...6$ и III категории надежности при $a_n = 7...9$;
- 3 ед. — на насосных станциях I и II категории надежности при $a_n = 7...9$ и III категории надежности при $a_n = \geq 10$.

Кроме того, насосные станции II подъема должны иметь дополнительные насосные агрегаты, которые включают при пожаре в обслуживаемом населенном пункте или при необходимости дополнительной подачи воды на отдельные хозяйственные нужды. Для этого прокладывают отдельную водопроводную сеть.

Во время пожара противопожарные насосы подают воду непосредственно в сеть, минуя водонапорную башню. При этом насосы для хозяйственных нужд должны быть отключены.

Подачи и напоры дополнительных насосов выбирают по специальным нормам.

Противопожарные насосы должны иметь 100%-й резерв.

В резервуаре водонапорной башни иногда предусматривают неприкосновенный запас воды, который расходуют только во время пожара. Объем его устанавливают по специальным нормам.

Для получения надлежащего напора воды на пожарных гидрантах высоту водонапорной башни несколько увеличивают.

Необходимый напор воды для тушения пожара при низком напоре в хозяйственно-противопожарной водопроводной сети можно создавать дополнительными передвижными насосными установками, которые подсоединяют к пожарному гидранту.

5. Затворы, задвижки, клапаны

Глава 8. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

§ 1. СОСТАВ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К вспомогательному относят оборудование механическое, систем технического водоснабжения, дренажа и откачки, маслоснабжения, пневматической, вакуумной, противопожарной хозяйственно-питьевого водоснабжения, канализационной, вентиляции и отопления, контрольно-измерительное. Такое оборудование обеспечивает нормальный, безаварийный режим эксплуатации насосных станций, контроль и защиту их оборудования и сооружений от опасных перегрузок.

К вспомогательному оборудованию предъявляют следующие требования:

максимальные удобства эксплуатации и надежность при минимальных капитальных вложениях;

возможность ремонта сооружений, основных агрегатов и отдельных элементов вспомогательных систем без нарушения нормальной эксплуатации насосной станции.

§ 2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

К механическому оборудованию относят:

затворы, сороудерживающие решетки и сетки всех типов с опорно-ходовыми и закладными частями;

стационарные и подвижные подъемные механизмы с захватными болтами, штангами и траверсами;

решеткоочистные машины для очистки сороудерживающих сеток, решеток и водного пространства перед ними;

тележки для транспортировки оборудования и материалов.

Состав и конструкция механического оборудования в основном зависят от крупности насосной станции, амплитуды колебаний уровней воды в водоисточнике и его засоренности плавающими предметами и водорослями. Такое оборудование при минимальных габаритных размерах и массе должно обеспечивать надежность и удобство эксплуатации.

Затворы. На насосных станциях, как правило, применяют глубинные затворы (верхняя кромка их находится ниже уровня воды). По назначению такие затворы подразделяют на основные, ремонтные, аварийные и аварийно-ремонтные.

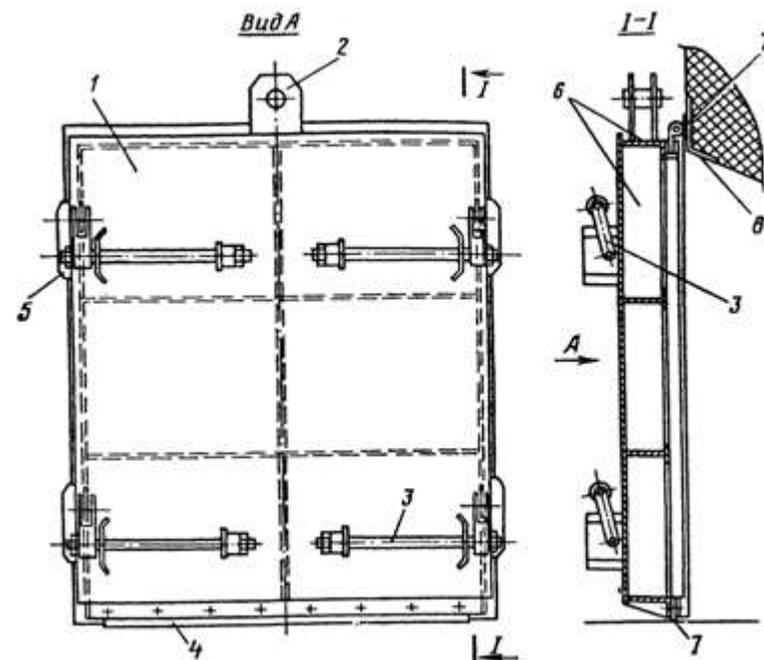


Рис. 8.1. Конструкция плоского ремонтного затвора:

1 — обшивка; 2 — проушина подвески; 3, 5 — упоры торсионный и передающий нагрузку на закладные части паза; 4 — ножевое уплотнение; 6 — ригели металлоконструкции; 7 — контур уплотнения; 8 — забральная балка

Основные (рабочие) затворы предназначены для регулирования уровней воды в каналах или напоров насосов (например, при пуске осевых или диагональных насосов на затвор). Они должны иметь возможность подниматься и опускаться при текущей воде и допускать истечение воды из-под затвора.

Ремонтные затворы (рис. 8.1) используют для временного перекрытия входных отверстий при ремонтах насосов или основных затворов. По конструкции они проще основных, так как их поднимают и опускают при спокойной воде (при выравненных до и после затвора уровнях воды).

Аварийные затворы применяют в случае аварии основных затворов, напорного трубопровода или основного насоса. К аварийным можно отнести быстропускающие затворы водовыпускных сооружений. Эти затворы должны иметь возможность опускаться в текущую воду. Поднимают их при спокойной воде.

Аварийно-ремонтные затворы совмещают функции аварийных и ремонтных. Их устанавливают перед основными затворами.

Число глубинных затворов на насосной станции зависит от числа входных отверстий всасывающих труб. Основных, аварийных и аварийно-ремонтных затворов должно быть по одному на входное отверстие плюс один резервный, а ремонтных — по одному на входное отверстие. При заборе воды из каналов, осушаемых на зиму, число ремонтных затворов можно сократить до 30% общего числа отверстий. Однако таких затворов должно быть на насосной станции не менее двух. Если ремонтные затворы используют в качестве строительных (для перекрытия входных отверстий всасывающих труб неустановленных насосов), то их число принимают равным числу основных насосов.

Глубинные ремонтные затворы выполняют в основном плоскими скользящими, а основные и аварийно-ремонтные — плоскими колесными. В качестве глубинных применяют дисковые и поворотные затворы.

Сороудерживающие решетки (или сетки). Устанавливают на всех входных отверстиях основных насосов вне зависимости от наличия отдельно стоящего сороудерживающего сооружения перед зданием насосной станции. Они состоят из несущей каркаса и вертикальных стержней (рис. 8.2). Каркас, в свою очередь, состоит из двух или более балок (ригелей), опорно-концевых стоек и промежуточных вертикальных стоек-диафрагм (если ширина решетки превышает 2 м).

Габаритные размеры решеток определяют по допускаемым скоростям движения воды при подходе к ним. При ручной очистке решетки и водозаборе из малозасоренных источников допускаемой является скорость $v < 0,5$ м/с; при механической очистке и водозаборе из таких же источников — $v < 1,2$ м/с; при механической очистке и водозаборе из засоренных источников — $v < 1$ м/с. При водозаборе из тупиковых каналов указанные значения допускаемых скоростей следует уменьшать на 20%.

Решетки набирают из плоских стальных полос толщиной 4...16 мм и шириной 50...140 мм. При установке их перед осевыми или диагональными насосами просветы между вертикальными стержнями следует принимать не более $0,05 D_{р.к}$ (где $D_{р.к}$ — наружный диаметр рабочего колеса), но не менее 35 и не более 150 мм; при установке перед центробежными насосами — не более $0,03 D_{р.к}$, но не менее 30 и не более 100 мм. При ручной очистке решеток максимальный просвет между стержнями должен быть не более 60 мм.

Сороудерживающие решетки могут быть наклонными (угол наклона $\alpha = 70...80^\circ$) и вертикальными, поверхностными и глубинными, стационарными и съемными (устанавливают в пазах).

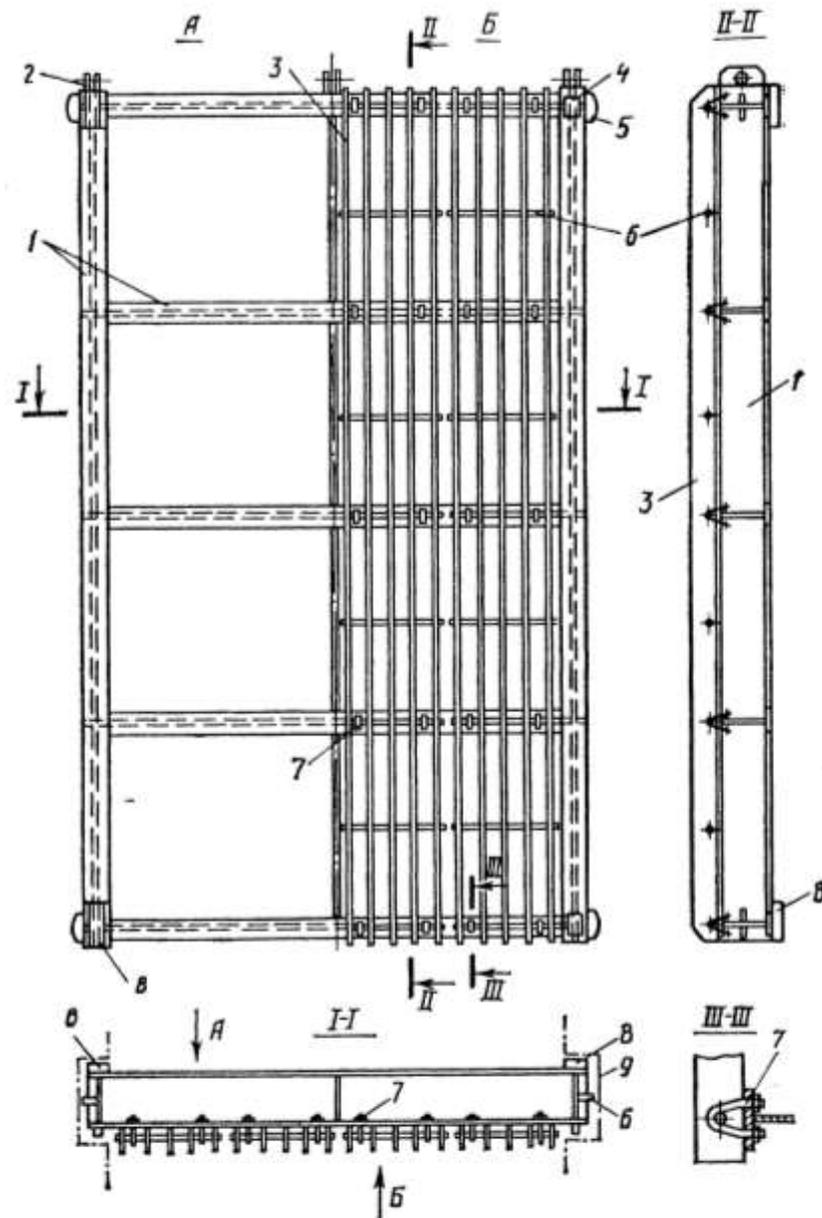


Рис. 8.2. Конструкция сороудерживающей решетки:

1 — рама; 2 — проушина подвески; 3 — наборная секция решетки; 4, 5, 8 — упоры соответственно обратной, торцевой, прямой; 6 — стержни-стяжки; 7 — хомут крепления; 9 — паз

При ручной очистке рекомендуется применять наклонные поверхностные сороудерживающие решетки высотой не более 2,5 м; при механической — вертикальные, устанавливаемые в пазах. Глубинные решетки используют только в тех случаях, если высота их рабочей части составляет менее 50% высоты водоприемника, а стационарные наклонные — если требуется создание единого фронта водозабора (в этом случае бычки должны быть сквозными).

Очищать сороудерживающие решетки можно при работающих насосных агрегатах. Редко засоряющуюся решетку допускается поднимать для очистки и профилактических осмотров.

На насосных станциях, работающих зимой, решетки устанавливать так, чтобы их верх был на 0,2 м ниже льда. При наличии шуги решетки следует обогревать.

Решеткоочистные машины. Сороудерживающие решетки очищают решеткоочистными машинами (ковшовыми и стационарными циклического или непрерывного действия) и механическими граблями с ручным и электрическим приводом. Плавающий в предрешеточном пространстве и прижатый к вертикально установленным решеткам мусор удаляют грейферами, подвешенными к козловым кранам.

Решеткоочистная ковшовая машина (рис. 8.3) состоит из передвижной тележки, смонтированных на ней механизмов подъема и поворота ковша и бункера для сбора мусора. Ее

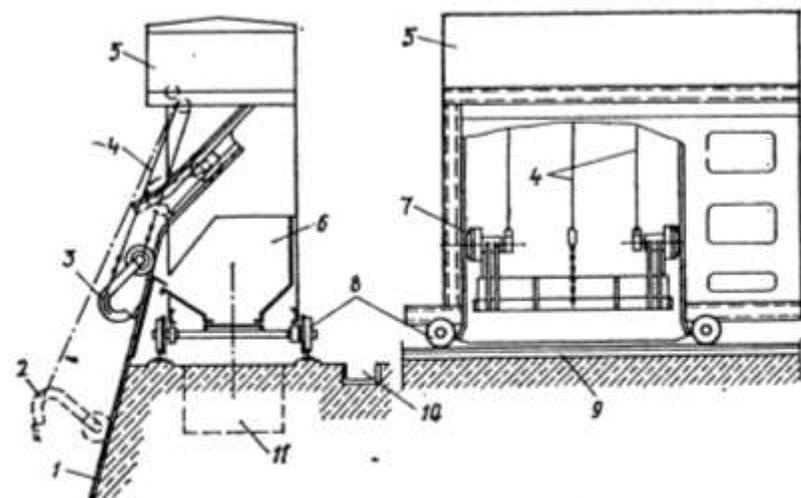
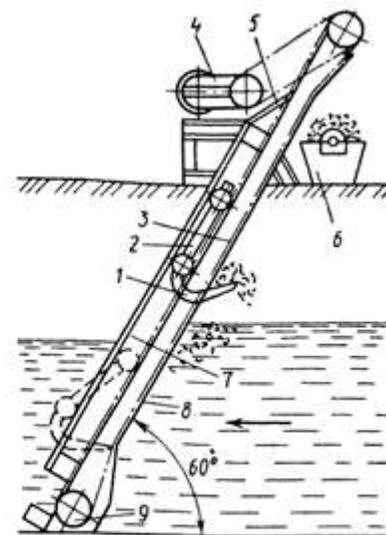


Рис. 8.3. Конструкция решеткоочистной машины РН-2000:

1 — сороудерживающая решетка; 2, 3 — положения ковша при спуске и подъеме; 4 — кабаты; 5 — место установки механизмов управления ковшом; 6 — бункер для мусора; 7 — направляющие колеса; 8 — ходовая часть; 9 — рельсы; 10 — лоток для укладки кабеля; 11 — мусоросборный колодец

Рис. 8.4. Конструкция самоочищающейся граблевой решетки РСГ-1:

1 — механические грабли; 2 — тележка; 3 — роликовая цепь; 4 — привод; 5 — откидные кронштейны; 6 — бункер или транспортер; 7 — направляющие рельсы холостого хода; 8 — рама и пластины сороудерживающей решетки; 9 — нижняя звездочка



можно устанавливать как на вертикальных, так и на наклонных решетках.

Механическими граблями оснащают обычно стационарные решетки (рис. 8.4). Грабли 1 размещают на тележке 2, передвигающейся по специальным направляющим рельсам. Мусор с решетки снимается при движении грабель вверх. Когда грабли достигают крайнего верхнего положения, нижние колеса тележки 2 по откидным кронштейнам 5 переходят на направляющие рельсы 7 холостого хода. Грабли поднимаются и в таком положении перемещаются вниз. Скатившийся на них мусор падает в бункер или транспортер 6. Когда грабли достигают крайнего нижнего положения, нижние колеса тележки 2 опускаются на направляющие рельсы рабочего хода, зубья грабель входят в просветы между стержнями решетки, и грабли снова готовы к очистке решетки.

Закладные части затворов и решеток. К закладным частям затворов и решеток относят пороги, забральные козырьки и вертикальные пути. Пороги служат опорой для нижних уплотнений затворов и сороудерживающих решеток. Их выполняют из стального проката (двутавровая балка) и заделывают в штрабой бетон. На забральные козырьки опираются верхние уплотнения затворов. Изготавливают их из листовой стали и для предотвращения фильтрации и повышения жесткости усиливают ребрами жесткости (со стороны, заделываемой в бетон). По вертикальным путям перемещаются опорно-ходовые части затворов. Пути прокладывают в пазах, облицованных прокатными профилями (швеллерами) или листовой сталью. В местах опирания опорно-ходовых частей затворов при больших расчетных нагрузках дополнительно устанавливают опорные плиты или специальные рельсы. В зависимости от размеров затворов ширина пазов может изменяться от 0,25 до 1,5 м при глубине их 0,2...0,9 м.

Подъемно-транспортное оборудование. К такому оборудованию относят: тали, подвесные кран-балки, мостовые, козловые

§ 6. Запорная арматура, обратные клапаны, водомеры

Напорная линия каждого насоса должна быть оборудована запорной арматурой и обратным клапаном, устанавливаемым между насосом и запорной арматурой. На всасывающих линиях запорную арматуру следует устанавливать у насосов, расположенных под залив, или в месте присоединения насосов к общей всасывающей линии.

Вывод в резерв любого насоса для его ремонта должен осуществляться без снижения расчетной подачи насосной станции.

33

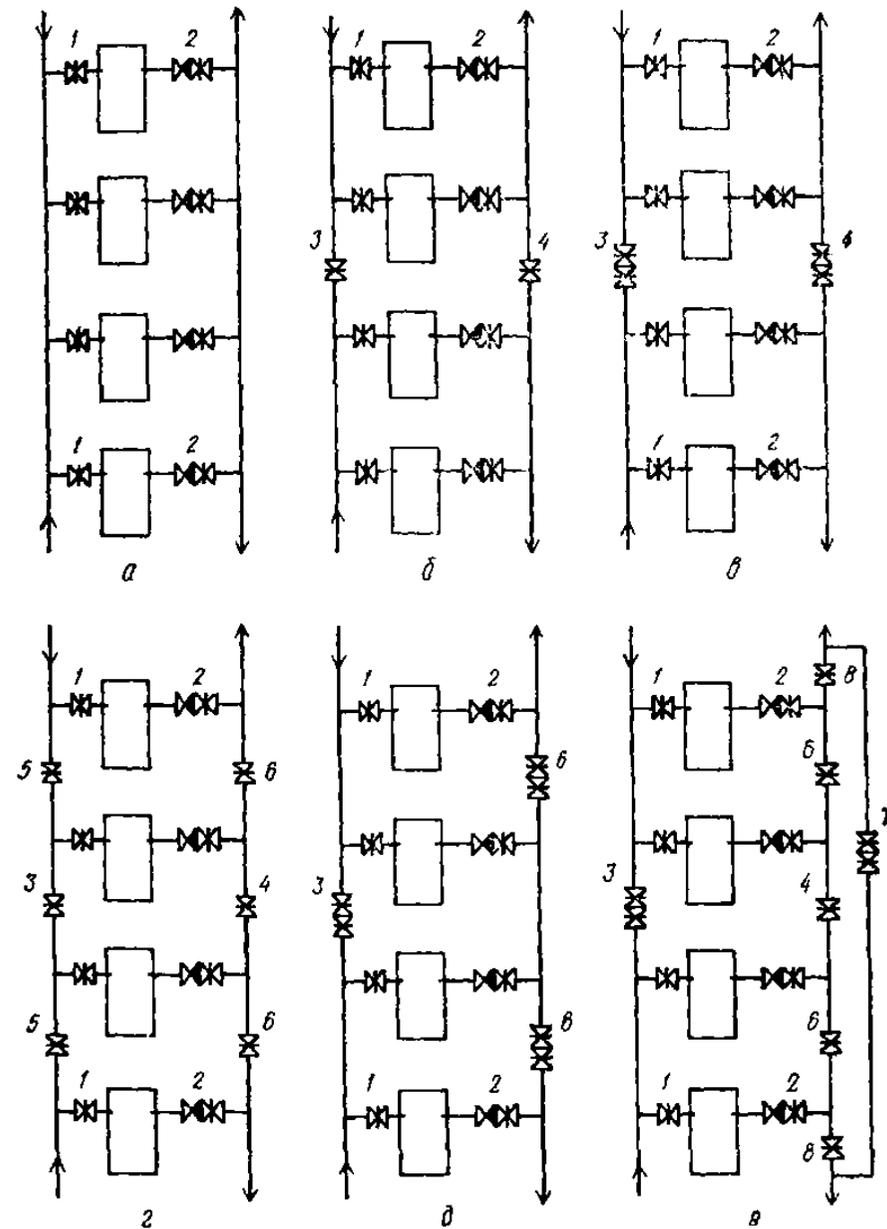


Рис. 17. Схемы к определению числа и мест установки запорной арматуры в насосной станции

На насосных станциях I и II категории при ремонте любой задвижки или затвора, обратного клапана или трубопровода должно обеспечиваться 70 % расчетной подачи на хозяйственно-питьевые нужды и по аварийному графику на производственные.

На станции III категории ремонт арматуры допускается производить при полном прекращении подачи, а ремонт водоводов (кроме станций с одним водоводом) — при снижении расхода до 70 % расчетного.

Выбор количества и мест установки запорной арматуры рассмотрим на примере насосной станции II подъема I категории с двумя рабочими и двумя резервными насосами, всасывающим и отводящим коллекторами (рис. 17).

На схеме рис. 17, а показана установка только обязательной для каждого агрегата запорной арматуры. Задвижки 2 используются как запорно-регулирующая арматура, так как с их помощью регулируют подачу насосов. Очевидно, что ремонт любой из задвижек или любого водовода возможен только при остановке всей насосной станции.

Установка задвижек 3 и 4 (схема рис. 17, б) позволяет ремонтировать любую из задвижек 1 или 2, выводя в резерв два соответствующих насоса и по одной всасывающей и напорной линии. Однако ремонт задвижек 3 и 4 возможен только при остановке всей станции.

Сдвоенные задвижки на коллекторах (схема рис. 17, в) позволяют ремонтировать любую из линий и любую задвижку при выведении в резерв двух соответствующих насосов.

Каждый из двух всасывающих водоводов рассчитывается на пропуск 100 % расчетного расхода. Если работа двух насосов на один напорный водовод не обеспечивает подачу 70 % расчетного расхода, то, расставив задвижки по схеме рис. 17, г можно увеличить подачу, подключая третий (резервный) насос. Недостатком схемы рис. 17, г является необходимость отключения двух насосов при ремонте задвижки 6. Этот недостаток устраняется установкой спаренных задвижек 6 (при этом можно убрать задвижку 4) или установкой задвижек на выходе 8 и устройством обводной линии со спаренными задвижками 7. Приведенные схемы не исчерпывают все возможные варианты расстановки запорной арматуры в машинном зале. Как правило, повышение степени обеспеченности подачи воды насосной станцией достигается установкой дополнительного числа запорной арматуры.

В качестве запорной арматуры, в основном, применяют задвижки и дисковые поворотные затворы. Задвижки и

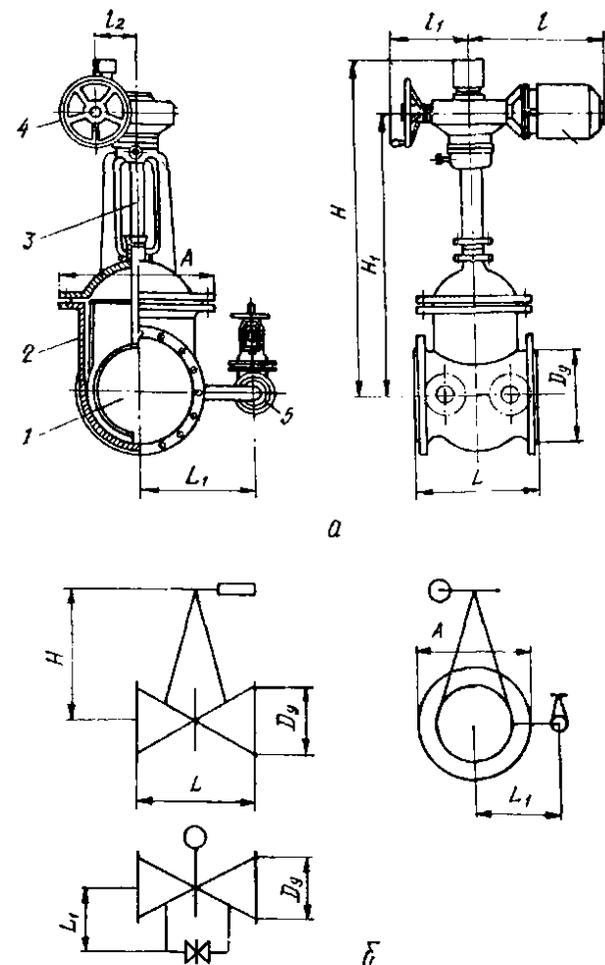


Рис. 18. Задвижка с электроприводом:

а — общий вид; б — схематическое изображение; 1 — запирающий диск; 2 — корпус; 3 — шпindel; 4 — маховик ручного привода; 5 — задвижка на обводной трубе; 6 — электропривод

затворы подбираются по диаметру условного прохода и рабочему давлению.

Задвижки. Применяются для полного или частичного (с целью регулирования подачи насосов) перекрытия трубопроводов. В зависимости от конструкции запирающего устройства задвижки бывают двух типов: клиновые и параллельные. Задвижки могут быть с выдвижными и невыдвижными шпинделями. У первых — неподвижная гайка

в которой вращается шпindel, расположена в крышке задвижки и при открытии шпindel выходит наружу, увлекая за собой запорный диск. Задвижки с выдвигным шпинделем менее удобны, так как требуют большей высоты помещения и хуже удовлетворяют санитарным требованиям.

На насосных станциях применяют задвижки с ручным или электрическим приводом. Для облегчения управления в насосных станциях все задвижки диаметром 400 мм и более, а на автоматизированных насосных станциях независимо от диаметра, следует проектировать с электроприводом (рис. 18). Технические характеристики задвижек с электроприводом приведены в табл. 7.

Таблица 7. Технические характеристики задвижек с электроприводом (рис. 18)

D_y	Размеры, мм					L_1	p_y , МПа	t , °C	Условное обозначение, тип шпинделя	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг		
	L	H	i	A	L_1								
100	230	685	405	262	—	—	1 225	Параллельные; 30ч9066р; выдвигной	0,18 0,18 0,6 0,6 1,3 1,3	75 112 183 242 310 500			
150	280	805	405	337	—								
200	330	1050	468	400	—								
250	450	1185	468	460	—								
300	500	1340	468	508	—								
400	600	1690	468	620	—								
500	700	—	—	—	—	1 100					Параллельные; 30ч9156р; невыдвигной	— 1,6 2,2 4,5	899 1233 2880 7810
600	800	1700	603	895	620								
800	1000	2215	770	1185	710								
1200	1400	3295	820	1595	970								
200	230	—	—	—	—	0,6 200 0,25 200	Клиновые штампованные; 30ч914нж1; выдвигной	— 1,3 2,2 2,2 3	186 300 495 625 1049				
400	310	1750	495	—	—								
500	350	2265	602	—	—								
600	390	2410	602	—	—								
800	470	3290	604	—	—								
1000	550	2540	605	1352	—	0,25 100	Клиновые; 30ч9256р; невыдвигной	3 5,2 7,5 7,5	2245 4668 5126 6225				
1200	700	2930	820	1685	—								
1400	900	3290	820	1810	—								
1600	1000	3490	820	1930	—								
1000	1200	2600	820	1390	1035	1 120	Клиновые; 30ч9306рМ; невыдвигной	5,2 5,2 5,2 5,2	3523 7327 9109 9934				
1200	1400	2900	820	1596	1082								
1400	1900	3600	820	1850	1145								
1600	2200	3600	820	1850	1175								

D_y	Размеры, мм					L_1	p_y , МПа	t , °C	Условное обозначение, тип шпинделя	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг
	L	H	i	A	L_1						
200	400	1225	495	—	—	1035	2,5 225	Клиновые; 30ч964нж; выдвигной	1,3 2,1 7,5	264 560 5060	
300	500	1590	565	—	—						
1000	1900	3835	820	—	—						

500	700	1955	820	835	—	2,5 225	Клиновые; 30ч927нж; невыдвигной	7,5 7,5 7,5	1383 1433 3671
600	800	1955	820	835	575				
800	1000	2770	820	1190	860				

На диск закрытой задвижки большого диаметра с напорной стороны действует большая сила давления. При этом требуются значительные усилия для ее открытия. Чтобы облегчить открытие основной задвижки, перекрываемые полости соединяют обводной трубой малого диаметра со своей задвижкой, что позволяет выравнивать давление на запорные диски перед открытием основной задвижки. Эту особенность следует учитывать при определении габаритов устанавливаемых задвижек.

Размеры, масса и стоимость задвижек зависят от того давления, на которое они рассчитаны. На всасывающей линии устанавливаются задвижки на давление $p_y = 0,25$ или $p_y = 0,6$ МПа, а на напорных — $p_y = 0,6 \dots 2,5$ МПа. Давление на напорных водоводах определяют по максимально возможному напору насосов (работа на закрытую задвижку).

Согласно паспортным данным, задвижки можно устанавливать на трубопроводе в любом положении, однако из соображений удобства монтажа и эксплуатации их лучше устанавливать шпинделем вверх.

Затворы. Поворотные дисковые затворы (рис. 19) в последнее время находят все большее распространение благодаря ряду положительных качеств: их габариты и масса значительно меньше, чем у задвижек.

Принцип работы дискового затвора состоит в том, что поворотный диск, развернутый поперек трубы и прижатый к уплотняющей поверхности седла внутри корпуса, перекрывает поток, а при повороте диска на 90° обеспечивается свободное прохождение потока.

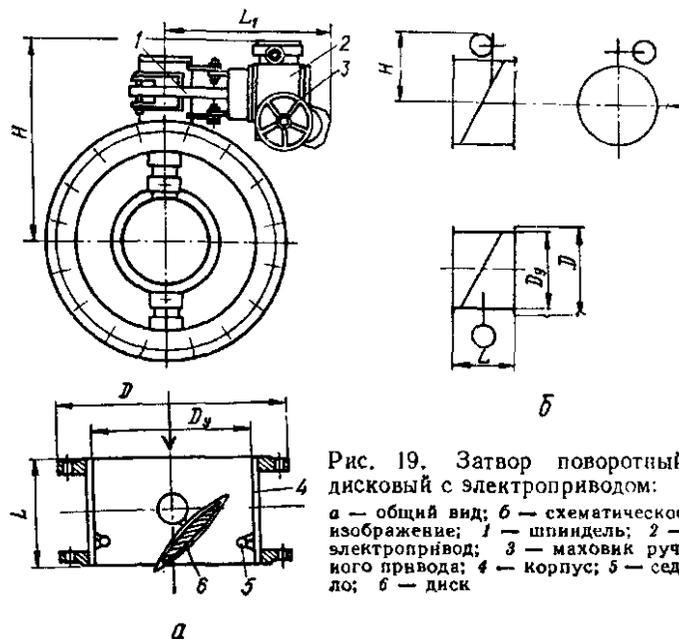


Рис. 19. Затвор поворотный дисковый с электроприводом:
 а — общий вид; б — схематическое изображение; 1 — шпindel; 2 — электропривод; 3 — маховик ручного привода; 4 — корпус; 5 — седло; 6 — диск

Как и задвижки, затворы выпускаются с ручным и электрическим приводом.

В рабочем положении большинство затворов либо полностью закрыто, либо полностью открыто. В последнее время выпускаются затворы пригодные и для дросселирования потока.

Хорошая герметичность в затворе обеспечивается при давлении воды лишь в одном направлении (указано стрелкой на корпусе затвора). К недостаткам затворов относятся большие, по сравнению с задвижками, гидравлические сопротивления. Для уменьшения сопротивления и во избежание кавитации перед затвором надо иметь прямой участок трубопровода, равный $1,5D_y$, а после затвора — $2D_y$. Затворы лучше работают при повышенных скоростях (3—4 м/с).

Технические характеристики дисковых поворотных затворов приведены в табл. 8.

Обратные клапаны. Применяются на насосных станциях для того, чтобы при аварийной остановке насоса воспрепятствовать обратному через насос течению воды из напорного трубопровода. Обратное течение может привести к опорожнению напорных водоводов и опасному обратному вращению насоса и электродвигателя.

Таблица 8. Технические характеристики дисковых поворотных затворов (рис. 19)

Размеры, мм				Мощность электродвигателя	p_y , МПа °, °С	Условное обозначение	Масса, кг
D_y	D	L	H				
100	—	52	—	—	$\frac{1}{30}$	МТР	7,5
150	—	62	—	—			13,5
200	—	90	—	—			29
300	400	220	500	0,18	$\frac{1}{50}$	ИА99044 (32с908р)	180
400	565	240	515	0,6			228,5
600	780	300	815	1,3			445,5
800	1010	400	833	2			943
1000	1220	450	1023	3			1338
1200	1455	450	800	3	$\frac{1}{80}$	МА99016.03	2235
1400	1675	500	905	5,2			3793
1600	1915	675	950	7,5			4987

Примечание. Все затворы фланцевые, ИА и МА — с электроприводом, МТР — с ручным приводом.

Размещение за каждым из насосов обратного клапана существенно упрощает автоматизацию включения и отключения насосов. Обратные клапаны могут устанавливаться и на напорных водоводах в камерах около насосных станций для предотвращения затопления машинного зала при разрушении внутристанционных трубопроводов.

Существует два основных вида обратных клапанов с верхней подвеской диска (типа «захлопка») и с эксцентрической подвеской («безударный») (рис. 20). Обычно рекомендуется применять «безударные» клапаны. Эти клапаны, по сравнению с клапанами типа «захлопка», имеют меньшие габариты, меньшую массу и более плавную «безударную» посадку диска на седло при закрытии клапана. В открытом положении диск у обратного клапана удерживается подъемной силой, возникающей от скоростного на-

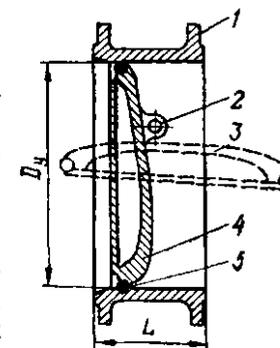


Рис. 20. Клапан обратный поворотный безударный:

1 — корпус; 2 — ось вращения диска; 3 — запорный диск в открытом положении; 4 — то же, в закрытом; 5 — уплотняющее резиновое кольцо

Таблица 9. Технические характеристики обратных поворотных безударных клапанов (рис. 20).

D_u , мм	Длина, мм	Вид клапана	$\frac{P_u, \text{ МПа}}{t, \text{ }^\circ\text{C}}$	Условное обозначение	Масса, кг
50	60	Безударный фланцевый	$\frac{1,6}{50}$	КА 44075 (19ч16р)	9,1
80	70				15,7
100	80				17,7
150	100			31,2	
200	110			Л 44075 (19ч16р)	41,4
250	120				52,5
300	130	С противовесом фланцевый	$\frac{1}{80}$	КЗ 44067 (19ч16р5)	45
400	170				128
500	200			183	
600	240			237	
800	350			ПФ 44003 (19ч19р)	808
1000	400	1176			
300	450	Безударный сварной с концами под приварку	$\frac{4}{450}$	ИА 44078 (19с36нж)	78
400	500				130
600	650				360

Примечание. В скобках указано старое условное обозначение.

пора потока. Поэтому обратные клапаны так же, как и дисковые затворы лучше работают при повышенных скоростях (3—4 м/с).

Если насос работает с положительной геометрической высотой всасывания, то для удобства заливки его перед запуском в начале всасывающей трубы на станциях III категории может устанавливаться приемный обратный клапан. Приемные обратные клапаны могут устанавливаться на всасывающих линиях диаметром до 200 мм. При больших диаметрах резко возрастает масса захлопки клапана и сила удара при ее падении. Кроме того, возрастающие в приемных клапанах большого диаметра гидравлические сопротивления существенно снижают геометрическую высоту всасывания насоса. При оборудовании насосов с индивидуальными всасывающими линиями приемными клапанами можно не устанавливать обратных клапанов на напорных трубопроводах.

Технические характеристики обратных поворотных клапанов приведены в табл. 9.

Монтажные вставки. Вынуть, а тем более установить арматуру в ограниченном пространстве между фланцами смонтированного трубопровода довольно трудно. Эта операция

очень незначительной степени увеличивают размер сооружения. Каждая секция представляет собой металлическую раму из угловой стали, на которой крепятся проволочные полотнища. Полотно сеток делается двойным: мелкое рабочее с ячейками размером от 2×2 до 5×5 мм из тонкой проволоки и крупное — 20×20 мм и более для придания рабочему полотну необходимой прочности. Основным недостатком съемных сеток является то, что в процессе работы насосной станции их приходится сравнительно часто вы-

130

§ 47. Затворы, задвижки, клапаны

Затворы насосных станций по своему назначению делятся на основные, аварийные и ремонтные.

Основные затворы (иногда их называют рабочими) обеспечивают оперативное регулирование расходов воды через сооружение. Основные затворы должны открываться и закрываться под напором. При значи-

¹ Н. Н. Абрамов. Водоснабжение. Изд. 3-е — М.: Стройиздат, 1982.

тельных размерах отверстий и необходимости точного регулирования расходов такие затворы открывают или закрывают частично.

Аварийные затворы предназначены для быстрого перекрытия отверстия в аварийных случаях, например при отключении насоса от сети, разрыве трубопровода, аварии основного затвора и т. д. Аварийные затворы должны закрываться под напором в потоке, а открываться, как правило, в безнапорном состоянии или при ограниченном напоре.

Ремонтные затворы служат для осушения, ревизий, ремонта и замены основных затворов и их закладных частей, проточных частей насосов, а также для осмотра и ремонта самого сооружения и его водопроводящих трактов. Ремонтные затворы должны быть водонепроницаемыми, экономичными и удобными для монтажа. Как правило, ремонтные заграждения устанавливают и убирают в стоячей воде, хотя некоторые ремонтные затворы могут перекрывать отверстия в текущей воде.

Довольно часто роль ремонтного и аварийного заграждения выполняет один затвор, называемый в этом случае аварийно-ремонтным. Он закрывается в потоке, отличается от ремонтного меньшим временем установки или закрывания и обеспечивает необходимую для выполнения ремонтных работ водонепроницаемость.

В зависимости от схемы насосной станции, действующего напора, типа и конструкции водоприемного и водопроводящих сооружений в водопроводно-канализационных системах применяют затворы самых различных конструкций. Объединяющим их качеством является то, что все они должны полностью удовлетворять требованиям эксплуатации и обеспечивать возможность ремонта и смены изнашивающихся в процессе работы деталей и узлов.

Плоские щитовые затворы бывают деревянные и металлические.

Деревянные щитовые затворы (рис. 8.5) применяют при малых отверстиях и небольших гидростати-

ческих давлениях. Обычно их изготавливают из дубовых или сосновых брусьев, соединенных между собой стяжными болтами, и утяжеляющего стального листа для ликвидации плавучести щита; для подъема и спуска щит имеет ригель и подвески. Затворы устанавливают в направляющие из швеллеров, размер которых в свету должен быть на 2—4 см более толщины щита. Максимальный размер отверстий, перекрываемых плоскими деревянными затворами, достигает 2××2 м, допускаемый напор — 15 м.

Металлические щитовые затворы применяют при крупных водозаборных окнах и больших гидростатических давлениях. Эти затворы сваривают из швеллеров, уголков и листовой стали с боковым и нижним уплотнениями из профильной резины. Для относительно небольших отверстий (размером до 2,5××1,5 м) применяют скользящие затворы. Большие отверстия перекрываются катковыми затворами.

Конструкции металлических щитовых затворов весьма разнообразны. На рис. 8.6 показан затвор размером 2590×2340 мм.

Для уменьшения подъемного усилия служат колеса, которые воспринимают почти всю гидростатическую нагрузку на щит. Кроме грузовых колес, щит имеет боковые направляющие ролики, гарантирующие правильное перемещение щита при спуске и подъеме, и подвеску для строповки.

Усилие P , необходимое для подъема плоских щитовых затворов, может быть ориентировочно определено по формуле

$$P=(G+pHFf)/1000,$$

где G — масса щита, кг; H — напор, действующий на затвор, м; F — площадь затвора, м²; f — коэффициент трения металла по металлу, равный 0,3 для скользящих щитов и 0,1 для катковых, k — коэффициент запаса, равный 1,5.

Плоские щиты широко применяются в качестве затворов всех видов для водоприемных и водовыпускных сооружений насосных станций.

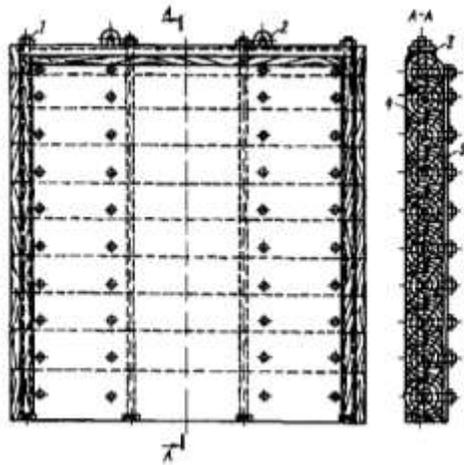


Рис. 8.5. Деревянный плоский затвор
1—стальные болты 2—подвески, 3—ригель, 4—деревянные брусья, 5—стальной шпindel

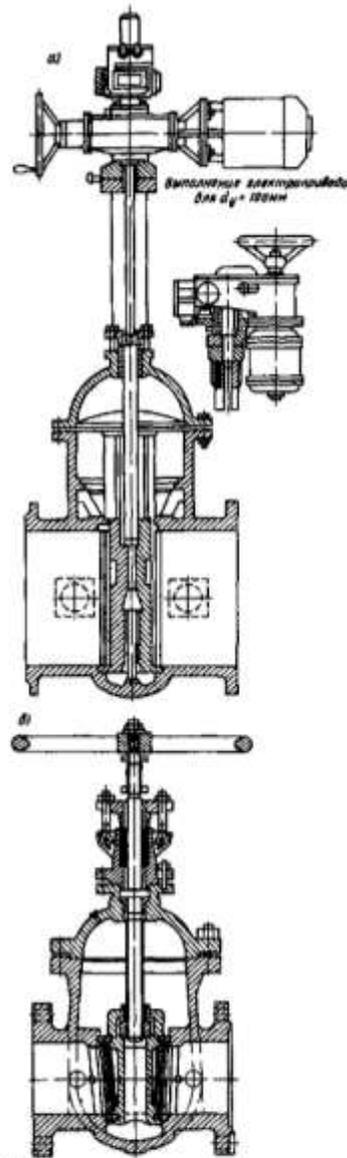


Рис. 8.7. Задвижки
а—параллельная задвижка с электроприводом и выдвижным шпинделем; б—клиновое задвижку с ручным приводом и невыдвижным шпинделем

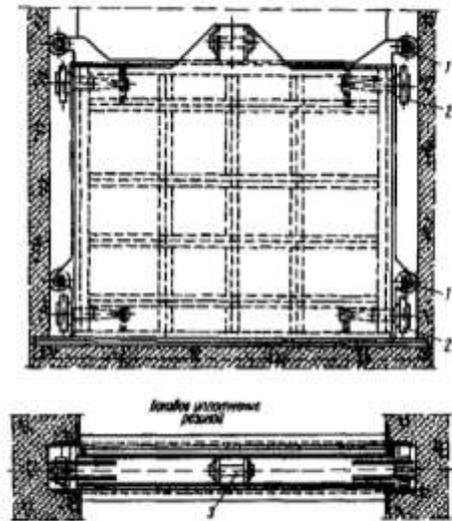


Рис. 8.6. Металлический плоский затвор
1—направляющие ролики, 2—колеса, 3—подвески

Задвижки в зависимости от конструкции запорной части подразделяются на два основных типа: параллельные и клиновые.

В параллельных задвижках (рис. 8.7, а) проход в корпусе перекрывается двумя подвижно соединенными между собой дисками, кото-

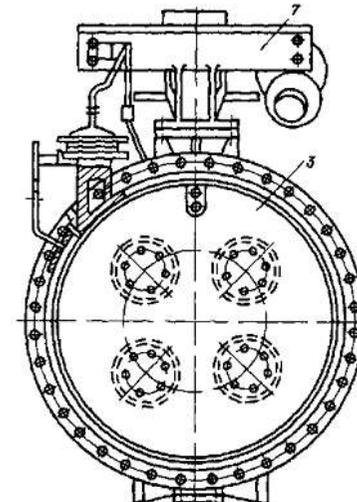
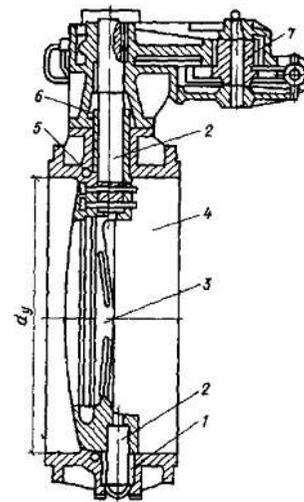


Рис. 8.8. Дискный поворотный затвор с электроприводом
1—нижний подшипник, 2—ось, 3—поворотный диск, 4—корпус, 5—сальник, 6—верхний подшипник, 7—гидропривод

рые раздвигаются одним или двумя расположенными между ними клиньями. Уплотняющие кольца и диски расположены перпендикулярно оси задвижки.

В клиновых задвижках (рис. 8.7, б) проход в корпусе перекрывается одним круглым диском, который в поперечном сечении имеет форму клина и помещается в гнезде между наклонными уплотняющими кольцами.

Задвижки обоих типов изготавливаются с выдвижным или с невыдвижным шпинделем. Выдвижной шпиндель легко очищать и смазывать, но для размещения задвижек с таким шпинделем требуется большая высота. При устройстве хозяйственно-питьевых водопроводов выдвижной шпиндель нежелателен по санитарным соображениям.

Отечественная промышленность серийно выпускает задвижки для трубопроводов диаметром до 1650 мм.

Для облегчения управления все задвижки диаметром более 400 мм, а на автоматизированных насосных станциях вне зависимости от диаметра должны быть оборудованы механическим приводом. Механическое управление задвижками осуществляется с помощью электро- или гидропривода. Задвижки с электроприводом чрезвычайно удобны при

Дистанционном и автоматическом управлении, требуют меньших размеров помещения, но менее надежны в работе по сравнению с задвижками с гидравлическим управлением, особенно при высоких давлениях. Задвижки с гидроприводом рекомендуется применять в тех случаях, когда задвижки с электроприводом не могут быть обеспечены двумя независимыми источниками питания. Гидроприводы задвижек изготавливаются с водяным, масляным и иногда с пневматическим управлением.

Для управления задвижками с ручным приводом, расположенными ниже пола насосной станции, применяют специальные колонки. Корпус такой колонки снабжен фланцем, с помощью которого она прикрепляется к перекрытию.

Задвижки применяют в качестве рабочих и аварийно-ремонтных затворов на трубопроводах любого назначения.

Дисковые поворотные затворы также применяют для перекрытия трубопроводов. Принцип работы дискового затвора (рис. 8.8) заключается в том, что поворотный диск, прижимаясь к уплотняющей поверх-



Рис. 8.9. Обратные клапаны

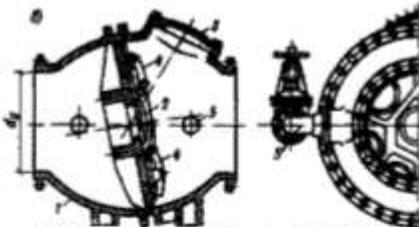
а — односторонний с верхней подвеской тарели, б — однодисковый с эксцентричной подвеской тарели, в — многодисковый, 1 — корпус, 2 — тарель клапана, 3 — крышка корпуса, 4 — рычаг, 5 — байпас

ности седла внутри корпуса, преграждает путь потоку жидкости; при повороте диска на 90° жидкость свободно проходит через затвор.

Достоинствами дисковых затворов являются быстрота управления, малые размеры и вес и небольшая стоимость. К недостаткам дисковых затворов можно отнести несколько большие потери напора, так как коэффициент местного сопротивления затвора больше, чем у задвижек. Кроме того, дисковые затворы должны открываться при уравновешенном с обеих сторон затвора давлении, что вызывает необходимость устройства обводных труб (байпасов).

Промышленностью серийно выпускаются дисковые поворотные затворы с ручным и механическим приводом диаметром до 2000 мм при напоре до 100 м. По специальным заказам могут быть выполнены затворы гораздо больших диаметров.

Дисковые затворы применяют на всех видах трубопроводов в качестве рабочих и ремонтных затворов.



Обратные клапаны применяют чаще всего на насосных станциях, для того чтобы после нормальной эксплуатационной или аварийной остановки насоса воспрепятствовать обратному току через него воды, находящейся в напорном трубопроводе. В настоящее время при строительстве водопроводных и канализационных насосных станций в основном используют однодисковые обратные клапаны двух модификаций: с верхней подвеской и с эксцентричной подвеской тарели.

На рис. 8.9, а изображен однодисковый обратный клапан с верхней подвеской, выпускаемый промышленностью для трубопроводов диаметром до 1000 мм. Во время работы насоса тарель клапана под действием движущейся воды поворачивается из рычага относительно оси и вода проходит через клапан. При остановке насоса тарель под действием собственного веса, а также давления воды со стороны напорного трубопровода опускается и клапан закрывается.

Обратные клапаны с эксцентричной подвеской тарели (рис. 8.9, б), выпускаемые промышленностью для трубопроводов диаметром до 1200 мм, по своим габаритам меньше клапанов с верхней подвеской и практически не выходят за пределы наружного диаметра трубопровода; длина их не больше диаметра, поэтому они легче и дешевле клапанов с верхней подвеской. Однако обратные клапаны с эксцентричной подвеской характеризуются большими потерями напора по сравнению с клапанами с верхней подвеской, поэтому экономия электроэнергии при применении клапанов с верхней подвеской может оказаться более

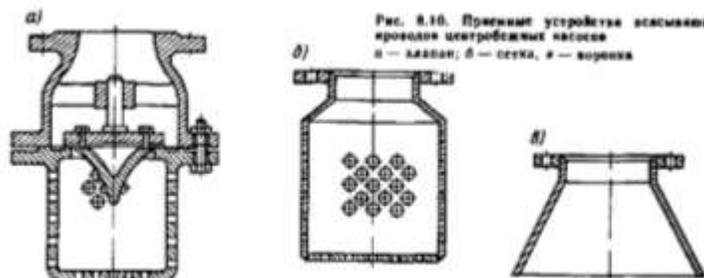


Рис. 8.10. Приемные устройства всасывающих трубопроводов центробежных насосов
а — клапан; б — сетка, в — воронка

существенной, чем экономия от снижения металлоемкости при применении клапанов с эксцентричной подвеской. Таким образом, при проектировании насосных станций выбор типа обратного клапана должен определяться технико-экономическими расчетами.

Наличие обратного клапана обеспечивает практически мгновенное отключение напорного водовода. Для того чтобы по тем или иным соображениям, например при необходимости уменьшения величины гидравлического удара в напорном трубопроводе, можно было увеличить период отключения, ось диска клапана оснащают противосилом или гидравлическим тормозом.

На трубопроводах больших диаметров возможно также применение многодисковых обратных клапанов (рис. 8.9, в), в которых один большой диск заменяется несколькими малыми.

Устанавливают обратные клапаны между напорным патрубком насоса и задвижкой, что позволяет отключать клапаны от напорного трубопровода для периодического их осмотра и ремонта.

Приемные клапаны, сетки и воронки. Приемные клапаны (рис. 8.10, а) устанавливают на входе во всасывающий трубопровод. Они служат для удержания воды во всасывающем трубопроводе и корпусе насоса при заливке его перед пуском. Если заливка насоса производится с помощью вакуум-насоса, то при наличии в воде большого числа взвешенных веществ устанавливают только предохранительную сетку (рис. 8.10, б), а при чис-

той воде — только приемную воронку (рис. 8.10, в).

§ 48. Подъемно-транспортные механизмы

Тип подъемно-транспортных механизмов выбирается с учетом размеров сооружения, компоновки технологического оборудования, его размеров и максимальной массы поднимаемого элемента. Необходимо также учитывать степень загрузки механизмов, периодичность их использования, а также безопасность подъемно-транспортных операций. Грузоподъемность того или иного механизма должна быть равна или больше массы наиболее тяжелой детали монтируемых насосных агрегатов: ротора двигателя, рабочего колеса насоса, статора двигателя, корпуса насоса. При предварительных расчетах максимальную массу детали можно принимать в пределах 50—60% общей массы машины. Перегрузка принимаемого подъемно-транспортного оборудования сверх номинальной грузоподъемности не допускается.

Для монтажа, ремонта и демонстрации оборудования, арматуры и трубопроводов предусматривают подъемно-транспортное оборудование с ручным приводом:

при массе узлов до 1000 кг (включительно) — кошку и таль по монорельсу;

при массе узлов до 5000 кг — подвесную кран-балку;

при массе узлов более 5000 кг — мостовой кран.

При подъеме оборудования на высоту 6 м и более, или при дли-